

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

(11) N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 533 499

(21) N° d'enregistrement national :

83 15410

(51) Int Cl<sup>3</sup> : B 32 B 5/02, 31/04.

(12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 28 septembre 1983.

(71) Demandeur(s) : Société dite : AVCO CORPORATION. —  
US.

(30) Priorité US, 29 septembre 1982, n° 427 085.

(72) Inventeur(s) : Theodore A. Laskaris et Paul J. Roy.

(43) Date de la mise à disposition du public de la  
demande : BOPI « Brevets » n° 13 du 30 mars 1984.

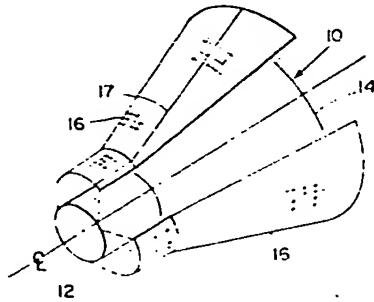
(60) Références à d'autres documents nationaux appa-  
rentés :

(73) Titulaire(s) :

(54) Composite à base de fibre et procédé de sa préparation.

(74) Mandataire(s) : Armand Kohn.

(57) Composite perfectionné à base de fibres, qui comprend  
une première couche 18 constituée d'une pluralité de seg-  
ments de tissu 16 allongés et flexibles, qui sont appliqués et  
se conforment à un support temporaire 10 de configuration  
allongée et régulière, de façon à couvrir sensiblement le sup-  
port 10, et qui comprennent une pluralité de fils continus 17  
s'étendant sensiblement sur la longueur du support 10. Une  
deuxième couche 26 comprend un fil continu 20 enroulé  
péphériquement sur la première couche 18 et orienté sensi-  
blement perpendiculairement aux fils longitudinaux 17 de la  
première couche 18. Procédé de fabrication de ce composite à  
base de fibre.



FR 2 533 499 - A1

D

Vente des fascicules à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27, rue de la Convention — 75732 PARIS CEDEX 15

La présente invention se rapporte à des structures composites en fibres, ayant la forme d'une enveloppe ou coquille allongée de configuration irrégulière, et à un procédé pour la fabrication d'un tel composite.

5 Des enveloppes ayant des configurations basées sur des cylindres en forme de tonneau, des troncs de cônes circulaires droits, des cônes en forme de boule (sphérique), d'ellipse et de parabole, des tubes de venturi et leurs combinaisons avec des cylindres circulaires droits 10 sont très utilisées comme composants de tuyère d'échappement de fusée et de cône de sortie. De tels corps à paroi mince sont usuellement de construction composite à fibres de renforcement. Toutefois, les composites à fibres actuels ne présentent pas des caractéristiques structurelles optimales pour une telle utilisation. Au contraire, 15 les composites actuels résistent difficilement aux sévères exigences thermostructurelles qu'on leur impose. Les constructions connues ont souvent des caractéristiques anisotropes, avec l'inconvénient de comporter une direction 20 plus faible que l'autre.

Un procédé connu de fabrication de composites à base de tissu est le procédé de pose de tissu à développante, dans lequel plusieurs épaisseurs groupées de tissu préalablement imprégné de résine phénolique, par exemple un 25 tissu préimprégné, sont appliquées sur l'autre support.

Chaque épaisseur ou pli de tissu s'étend, de façon caractéristique, d'une extrémité à l'autre et l'empilage résultant des épaisseurs de tissu autour de la périphérie du support ressemble à un jeu de cartes déployé en éventail. A- 30 près achèvement de l'application des plis, il faut comprimer fortement ces derniers pour condenser le volume des couches avant les opérations finales de moulage et de pri-  
se. Pendant cette diminution de volume, les plis de tissu tendent à se rider et à être déformés. Ces défauts peuvent 35 entraîner une séparation des couches constituées par les

épaisseurs de tissu dans le composite résultant en résine moulée, gêner la densification ultérieure du composite de base en résine en un composite carbone-carbone ou provoquer une défaillance pendant l'essai de combustion sur 5 moteur de propulsion. En outre, l'orientation des fibres dans les épaisseurs de tissu est telle que la construction est faible, de façon inhérente, dans la direction périphérique. Les fibres de chaîne, qui sont disposées suivant une configuration hors-axe, sont discontinues. Puis- 10 que les épaisseurs de tissu sont distinctes, les fibres croisées sont également discontinues. Cette discontinuité a pour conséquence une faiblesse du composite à la fois dans la direction longitudinale et la direction périphérique.

15 On a utilisé plusieurs autres procédés de construction et de fabrication, comprenant l'enroulement de filament, le tressage, le tricotage, des manchons tissés et une construction 2D/3D. Toutefois, chacun de ces nouveaux principes présente des insuffisances inhérentes dans 20 sa mise en oeuvre, en ce qui concerne la résistance à la séparation des couches en cours de traitement et l'équilibre optimal des propriétés de la matière qui sont nécessaires pour une application pratique. Comme inconvénients inhérents à ces procédés, on peut citer une limitation 25 pour obtenir une concentration élevée en fibres, un manque de renforcement par plis croisés pour empêcher la séparation des plis en cours de traitement et l'absence d'un mécanisme pour évacuer les matières volatiles qui se dégagent entre les plis pendant le processus de densification.

30 La présente invention a donc pour objet un composite à base de tissu qui présente une meilleure résistance structurelle isotrope.

L'invention a également pour objet un composite de ce type qui convient à l'utilisation dans des applications de forme irrégulière et compliquée, par exemple pour 35

des composants de moteur de fusée, tels que des tuyères d'échappement et des cônes de sortie de fusée.

L'invention vise également des constructions qui peuvent supporter des opérations de fabrication (empilage et/ou moulage), imprégnation de résine et traitement suivant de carbonisation et graphitisation, et qui résistent à l'allumage d'un moteur, sans entraîner de rides, déformation de fibres et/ou séparation des couches. L'invention a encore pour objet des constructions qui présentent une facilité de modification de l'architecture de renforcement, pour répondre à des exigences thermostructurales spécifiques.

L'invention vise aussi un procédé de fabrication du composite ci-dessus.

La présente invention résulte de l'idée que, pour obtenir des propriétés très avantageuses de résistance circonférentielle (périmétrique), axiale et hors-axe et des caractéristiques isotropes, les fibres de tissu recouvrant un corps à paroi mince ou enveloppe doivent être orientées sensiblement perpendiculairement les unes aux autres et se conformer à la configuration du corps. Dans la présente description, l'expression "sensiblement perpendiculaire" indique une orientation qui peut varier de  $\pm 45^\circ$  par rapport à la perpendiculaire exacte, par exemple une orientation de  $45^\circ$  à  $135^\circ$ .

La présente invention procure par conséquent un composite contenant un tissu, et un procédé pour la fabrication de ce composite. Une pluralité de segments allongés de tissu, comprenant chacun une pluralité de fils continus, sont posés sur un support temporaire allongé, de forme irrégulière, par exemple un mandrin. On dispose les fils sensiblement suivant la longueur du support, de sorte que celui-ci est couvert par les segments de tissu, en une première couche. Une deuxième couche recouvre sensiblement la première couche et comprend un fil continu enroulé périphériquement autour de la première couche, de façon à ce

que le fil continu soit orienté sensiblement perpendiculairement aux fils longitudinaux du tissu de la première couche.

On peut obtenir un composite plus épais dans 5 lequel des couches alternées supplémentaires de segments de tissu et de fil enroulé sont appliquées sur les première et deuxième couches.

Les fils utilisés dans la présente invention comprennent, de façon caractéristique, des fils multifilaments, bien que des monofilaments puissent être utilisés. 10 Le fil continu utilisé dans l'invention peut être aussi bien un fil à filaments continus qu'à filaments en brins. Ces fils peuvent être composés de carbone (pour l'utilisation dans des composites carbone-carbone, par exemple un 15 tissu en carbone noyé dans une matrice en carbone), graphite, verre, quartz ou autres matières appropriées.

Généralement, le composite est imprégné dans une matrice de résine. On peut employer diverses résines du type thermoplastique ou thermodurcissable, par exemple 20 pour l'utilisation dans des applications carbone-carbone. Dans certains modes de réalisation, en particulier ceux qui concernent des composites carbone-carbone, une pluralité de perforations correspondantes sont effectuées dans les couches du composite. Chacune de ces perforations est 25 généralement effectuée suivant un même angle aigu à travers les couches, de manière à assurer la répartition uniforme et optimale de la résine à travers les couches. Un élément de tige, constitué de préférence d'un tronçon de fil de carbone ou de graphite (dans une matrice) semblable 30 à celui qui est utilisé dans les couches, est inséré longitudinalement dans chacune des perforations, pour maintenir la perforation en état d'ouverture afin que la résine époxy puisse effectivement passer par cette perforation. Le composite en fibres imprégnées peut ensuite être chauffé 35 par pyrolyse, de sorte que les matières volatiles sont chas-

sées de la matrice de résine et que la résine est progressivement carbonisée et graphitisée, pour obtenir un composite carbone-carbone. Les perforations facilitent l'évacuation des gaz volatils des couches inférieures. Le support temporaire peut être enlevé à tout moment dès que le composite est auto-porteur.

Un autre composite à fibres et un procédé pour sa fabrication sont également visés. On tisse, par exemple sur un métier usuel, un tissu dans une forme correspondant à un support temporaire allongé de configuration irrégulière et on l'enroule de façon continue et périphérique autour du support, de manière à recouvrir sensiblement celui-ci. Le tissu comprend une pluralité de fils continus de chaîne et de trame, composés de façon caractéristique d'un fil du type décrit plus haut. Les fils de trame s'étendent sensiblement suivant la longueur du support et les fils de chaîne sont orientés sensiblement perpendiculairement aux fils de trame, pour s'enrouler périphériquement autour du support.

20 Ce mode de réalisation convient également particulièrement bien pour les applications carbone-carbone. Une pluralité de perforations peuvent être effectuées à travers le tissu et une pluralité d'éléments de tige, constitués également chacun d'un tronçon de fibre relativement dure en carbone ou graphite, peuvent être insérés dans les perforations, pour maintenir ces passages ouverts.

De préférence, on peut procéder à une ou plusieurs applications d'une résine appropriée, décrite plus haut, pour imprégner le tissu dans une matrice de résine. 30 Le chauffage à des valeurs appropriées permet de carboniser et graphitisier la matrice de résine. Les séries de perforation servent à faciliter l'imprégnation en résine des couches inférieures et l'échappement des matières volatiles, telles que l'hydrogène et l'oxygène, pendant le chauffage. Le support temporaire peut être enlevé lorsque le

composite devient autoporteur.

D'autres objets et avantages de l'invention apparaîtront aux hommes de l'art à la lecture de la description de ses modes préférés de réalisation, non limitatifs, 5 représentés sur les dessins annexés, dans lesquels :

Fig. 1A à 1D sont des vues en perspective illustrant un procédé de fabrication d'un composite à base de tissu, conforme à l'invention;

Fig. 2A à 2C sont des vues en perspective illustrant un procédé de fabrication d'un autre composite à base de tissu, conforme à l'invention ;

Fig. 3 est une vue en coupe simplifiée qui illustre un procédé de perforation des couches de fibres suivant l'invention ;

15 Fig. 4 est une vue de dessus, à plus grande échelle, d'une perforation à travers les fibres du composite illustré par la figure 1 et d'une tige de filament insérée dans cette perforation ;

Fig. 5 est une vue en coupe simplifiée qui illustre un autre mode d'exécution des perforations ;

Fig. 6 est une vue de dessus, à plus grande échelle, des perforations "cousues" obtenues par le procédé illustré par la figure 5 , et

25 Fig. 7 est une vue de dessus, à plus grande échelle, d'une perforation à travers les fibres du composite de la figure 2 et d'un élément de tige inséré dans cette perforation.

Les figures 1A à 1D illustrent un procédé préféré de fabrication d'un composite à base de tissu, conforme 30 à la présente invention. Le composite est formé sur un support temporaire 10 qui comprend une partie cylindrique droite 12 et une partie conique 14.

Comme représenté sur la figure 1A, quatre segments de tissu 16, de 90°, dont deux seulement sont représentés pour la clarté du dessin, sont appliqués sur le sup-

port 10. Chaque segment 16 a une configuration qui correspond au support 10. Les segments 16 sont secs, contrairement aux segments de tissu rigide pré-imprégnés utilisés dans le procédé à développante. Une pluralité de fils 17 (de chaîne ou de trame), constitués de manière générale d'un fil de carbone et de graphite, sont disposés axialement suivant la longueur de chaque segment de tissu 16.

Les segments 16 définissent ainsi une couche de tissu 18 sur laquelle est enroulé un fil continu 20 en carbone ou graphite (voir figure 1B). Cet enroulement est effectué comme suit. Le support 10 est tenu de façon à tourner autour de son axe principal  $C_L$ . Le mode de montage est connu des hommes de l'art et non illustré. Une alimentation 22 en fil 20 est supportée de la même façon. Le support 10 et l'alimentation 22 tournent dans le sens de flèches 24, de sorte que le fil 20 est tiré sur le support 10 et enroulé périphériquement autour de ce dernier, pour former une deuxième couche 26. Le fil 20 est orienté perpendiculairement aux fils 17. Le support 10 est ainsi couvert par des fils continus longitudinaux et périphériques 17 et 20, respectivement. On obtient ainsi une résistance périphérique et longitudinale optimale des couches 18 et 26. D'autres couches de segments de tissu et de fils périphériques (circonférentiels) sont ensuite appliquées, jusqu'à obtention d'une épaisseur désirée (voir figure 1C).

Les couches de fibre reçoivent une pluralité de perforations associées 28, disposées à travers les couches. Seule une petite zone comportant des perforations est représentée sur la figure 1C. En réalité, ces perforations peuvent être prévues sur toute la structure. Un mode de perçage du recouvrement, pour obtenir les perforations 28, est illustré par la figure 3. Une série d'aiguilles pointues 29 sont enfoncées simultanément dans la direction d'une flèche 30, pour percer les couches 18, 26 de segments de tissu et de fil enroulé, respectivement. En variante,

les perforations 28 peuvent être effectuées une à une ou séquentiellement, par enfouissement d'une seule aiguille ou d'un petit nombre d'aiguilles à travers les couches. Les perforations 28 sont inclinées d'un même angle à travers 5 les couches de fibre, par exemple par rapport au plan de celles-ci. Lorsqu'on applique des couches alternées supplémentaires, comme illustré par la figure 1C, des perforations correspondantes sont effectuées à travers chacune des couches supplémentaires. Ainsi, la partie cylindrique 10 droite 31 (figure 1C) est percée à 45° par rapport à  $C_L$ . La partie conique 33, qui forme elle-même un angle de 45° par rapport à  $C_L$ , est percée à 0° par rapport à  $C_L$ . Les perforations 28 sont en outre orientées de manière à traverser une distance optimale de chaque couche, afin d'obtenir 15 des avantages expliqués ci-après.

Le perçage des couches 18 et 26 de la façon décrite ci-dessus ne coupe pas les fils continus en carbone ou en graphite. Ces composants sont généralement trop durs pour être tronçonnés par les aiguilles 29. Au contraire, 20 les fils flexibles en carbone et graphite s'écartent les uns des autres, comme représenté sur la figure 4. Le fil continu 20 de la couche 26 et le fil 17 et le fil 37 du segment de tissu 16 s'écartent, pour définir des perforations de communication 28. Un élément de tige 34 non pré- 25 imprégné, constitué par un fil sec en carbone ou graphite comportant des fibres 39, est inséré dans chaque perforation 28.

L'ébauche ou préforme 41, contenant les fibres et perforée, représentée sur la figure 1C, est ensuite im- 30 pregnée sensiblement à température ambiante, en une ou plusieurs opérations, avec une matrice de résine 47 (voir la figure 4). Les éléments de tige 34 agissent comme des tubes d'évent pour permettre le passage de la résine à travers les perforations 28, vers les diverses couches 18 et 26. 35 L'ébauche préformée et imprégnée est ensuite d'abord séchée

par chauffage à 65°C environ, puis carbonisée par exemple par chauffage dans une atmosphère inerte jusqu'à 650°C environ, de manière à réduire la matrice de résine en carbone à plus de 90%. Les matières volatiles restantes sont 5 chassées par chauffage du tissu préformé carbonisé, au cours d'une opération de graphitisation, par exemple dans un four à chauffage par induction jusqu'à 2750°C environ. Pendant le chauffage des processus de carbonisation et graphitisation, les éléments de tige 34 permettent aux gaz 10 volatils de s'échapper des couches inférieures du composite. Cette purge est essentielle pour éviter la séparation des couches dans le plan circonférentiel et le plan axial.

Au cours du chauffage nécessaire pour la carbonisation et la graphitisation, on peut perdre 50 à 60% du poids de la résine. En conséquence, le composite 41 peut être réimprégné et le cycle de chauffage répété autant de fois que nécessaire pour obtenir une densité nominale désirée, de façon caractéristique dans la plage de 1,0 à 2,0 20 g/cm<sup>3</sup> environ. Les perforations 28 renforcées par les éléments de tige améliorent encore la saturation uniforme et optimale en résine, pendant la réimprégnation, et l'évacuation de matières volatiles, au cours du nouveau chauffage. Lorsque cette densité désirée est atteinte, on en- 25lève le support temporaire 10 et on obtient un composite 43 carbone-carbone (figure 1D), par exemple en fils de carbone noyés dans une matrice de carbone.

Un autre mode d'exécution des perforations est illustré par les figures 5 et 6. Des couches 18a, 26a, analogues aux couches 18,26 de la présente invention, déjà 30 décrites, sont représentées en coupe. On peut également appliquer un nombre quelconque de couches alternées de segments de tissu et de fils enroulés, sur les couches 18a, 26a, mais pour la clarté du dessin une seule couche est re- 35 présentée. Un fil continu 38a est ensuite cousu à travers -

les couches 16a, 28a, de sorte qu'on exécute une pluralité de perforations 28a, représentées à plus grande échelle pour la clarté du dessin ; une perforation est obtenue pour chaque point de couture 45a qui traverse les couches 5 de tissu. Le fil 38a peut rester dans les couches 18a, 26a de sorte que les points individuels 45a remplissent un rôle semblable à celui des tiges 34, c'est-à-dire qu'ils maintiennent ouvertes les perforations 28a afin que des quantités successives de résine 47a puissent être appliquées uniformément aux couches et que les matières volatiles puissent s'échapper pendant le chauffage.

Un procédé de fabrication d'un autre composite à base de fibres, conforme à la présente invention, est illustré par les figures 2A à 2C. Un métier 40 fournit un 15 tissu 42 conforme à une configuration irrégulière, par exemple la configuration en cylindre droit et cône du support temporaire 44. On fait tourner le support 44, par des moyens connus, autour de son axe principal  $C_L$ , pour enrouler le tissu 42 périphériquement autour du support. 20 Le support 44 est ainsi sensiblement recouvert par le tissu 42 qui comprend une pluralité de fils de chaîne 50, enroulés périphériquement autour du support 44, et une pluralité de fils croisés continus de trame 52, orientés perpendiculairement aux fils 50 et disposés suivant la longueur du support 44. Les fils continus 50, 52 sont donc orientés longitudinalement (axialement) et périphériquement (circonférentiellement), pour permettre d'obtenir des caractéristiques optimales de résistance du tissu 42.

Lorsque le tissu 42 a été enroulé autour du support 30 44 à une épaisseur désirée  $T_1$  (figure 2B), il est percé de la façon illustrée sur la figure 3, sauf en ce qu'un seul enroulement d'épaisseur 31 est percé, et il comporte ainsi des perforations 58. Ces perforations sont également effectuées dans le tissu 42 de recouvrement, suivant 35 un même angle, par exemple la partie cylindrique 60 est

percée à 45° par rapport à l'axe  $C_L$  et la partie conique 62 est percée à 0° par rapport à  $C_L$ . Comme représenté sur la figure 7, chaque perforation 58 reçoit un élément de tige 64 qui s'insère dans la perforation 58 sensiblement 5 de la même façon que les éléments de tige 34 dans les perforations 28 des couches de tissu 18,26 du mode de réalisation représenté sur les figures 1 et 4.

Le tissu percé 42 est ensuite traité, comme décrit plus haut, par des cycles multiples d'imprégnation 10 de résine, carbonisation et graphitisation, pour obtenir un composite carbone-carbone ayant une densité nominale de 1,0 à 2,0 g/cm<sup>3</sup> environ. Les perforations 58 contenant une tige permettent également une meilleure imprégnation à travers le tissu enroulé 42 et une évacuation des constituants volatils de la résine, pendant la carbonisation et 15 la graphitisation. On enlève le support 44 et il reste un composite 70 (figure 2C).

Dans l'un ou l'autre des modes de réalisation de composite à base de fibres suivant l'invention, par exemple 20 les composites comportant des fils continus de chaîne et de trame s'étendant sur la longueur et périphériquement autour d'un support à inclinaison irrégulière, on obtient de meilleures caractéristiques de résistance isotropes des composites. On voit également que la construction est facile 25 à modifier. La configuration des fibres peut être modifiée pour répondre à des besoins structurels particuliers. Par exemple, un taux plus important de fils périphériques peut être prévu pour augmenter la résistance circonférentielle. Inversement, une plus grande proportion de 30 fils longitudinaux peut être prévue pour améliorer la résistance axiale. L'augmentation de la densité des fils augmente également la résistance du composite. L'angle suivant lequel les fils longitudinaux et périphériques sont orientés les uns par rapport aux autres peut être modifié 35 de 45° par rapport à la perpendiculaire exacte, pour modi-

fier à la demande la résistance structurelle hors-axe. Comme déjà indiqué, les tissus développés et imprégnés sont appliqués de façon rigide. Ils ont donc tendance à se rider et à la séparation des couches. Par contre, puis-5 que les composants en fibres suivant l'invention sont appliqués à sec et imprégnés seulement ensuite, ils peuvent s'adapter facilement à la configuration irrégulière désirée, sans présenter de rides.

Puisqu'on obtient une résistance isotrope, que 10 les fibres sont appliquées à sec et sans rides, et que l'évacuation des matières volatiles est possible pendant le chauffage, la séparation indésirable des couches des composites 43 (figure 1D) et 70 (figure 2C) est diminuée.

Il est entendu que des modifications de détail 15 peuvent être apportées dans la forme et la mise en œuvre du composite et du procédé suivant l'invention, sans sortir du cadre de celle-ci.

Revendications

1. Composite à base de fibres, caractérisé en ce qu'il comprend une première couche (18) constituée d'une pluralité de segments de tissu (16) allongés et flexibles, agencés ensemble en un corps à paroi mince ou enveloppe de configuration allongée irrégulière, et comprenant une pluralité de fils continus (17) s'étendant sensiblement sur la longueur de ladite enveloppe, et une deuxième couche (26) comprenant un fil continu (20), enroulé périphériquement sur la première couche (18) et orienté sensiblement perpendiculairement aux fils longitudinaux (17) du premier tissu.

2. Composite suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend une ou plusieurs couches alternées supplémentaires de segments de tissu (16) et de fils continus (20), chaque couche supplémentaire de segments de tissu étant appliquée sur une couche de fils continus enroulés, de manière à recouvrir sensiblement cette couche de fil, et comportant une pluralité de fils de chaîne continus qui s'étendent sensiblement sur la longueur de l'enveloppe, et chaque couche supplémentaire de fil étant enroulée périphériquement sur une couche supplémentaire de tissu et orientée sensiblement perpendiculairement aux fils longitudinaux de la couche de tissu.

3. Composite suivant la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que les couches des segments de tissu et de fil enroulé comportent une pluralité de perforations coopérantes (28) qui sont disposées à travers ces couches, et en ce qu'il comprend de préférence une pluralité d'éléments de tige (34), chacun de ces éléments se logeant dans une perforation correspondante.

4. Composition suivant l'une des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que le segment de tissu et le fil enroulé sont imprégnés avec une matrice de résine, et en ce que la matrice de résine est de préférence carbonisée, et

éventuellement graphitisée.

5. Procédé de fabrication du composite suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à appliquer une pluralité de segments de tissu allongés (16), comportant une pluralité de fils continus (17) sur un support temporaire (10) de configuration allongée irrégulière, de façon à ce que les fils s'étendent sensiblement sur la longueur du support pour couvrir celui-ci d'une première couche ; et à enrouler un fil continu (20) périphériquement autour des segments de tissu, de façon à ce que ce fil continu soit orienté sensiblement perpendiculairement au fil longitudinal, le fil enroulé recouvrant sensiblement les segments de tissu d'une deuxième couche.

6. Procédé suivant la revendication 5, caractérisé en 15 ce que des couches alternées supplémentaires de segments de tissu et de fil continu enroulé sont appliquées à l'extérieur de la deuxième couche.

7. Procédé suivant la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce qu'une pluralité de perforations coopérantes (28) 20 sont effectuées à travers les couches de segment de tissu et de fil enroulé, un élément de tige respectif (34) étant de préférence inséré dans chacune des perforations.

8. Procédé suivant l'une des revendications 5 à 7, caractérisé en ce qu'il comprend l'imprégnation des couches 25 de segments de tissu et de fil enroulé, au moins une fois avec une matrice de résine, et en ce qu'il comprend de préférence la carbonisation de la matrice de résine, et éventuellement la graphitisation de la matrice de résine.

9. Procédé suivant l'une des revendications 5 à 8, caractérisé en ce qu'il comprend l'enlèvement du support temporaire (10).

10. Composite à base de fibres, caractérisé en ce qu'il comprend un tissu (42), tissé dans une configuration conforme à un support temporaire allongé (44) de forme 35 irrégulière et enroulé de façon continue périphériquement

autour du support pour couvrir sensiblement celui-ci, ce tissu comportant une pluralité de fils continus de trame (52) qui s'étendent sensiblement sur la longueur du support et une pluralité de fils continus de chaîne (50) orientés sensiblement perpendiculairement aux fils de trame pour s'enrouler périphériquement autour du support.

11. Composite suivant la revendication 10, caractérisé en ce que le tissu enroulé comporte une pluralité de perforations (58) effectuées à travers le tissu, et en 10 ce qu'il comporte de préférence une pluralité d'éléments de tige (64), chaque élément étant inséré longitudinalement dans une perforation correspondante.

12. Composite suivant la revendication 10 ou 11, caractérisé en ce que le tissu est imprégné avec une matrice 15 de résine, et en ce que la matrice de résine est de préférence carbonisée, et éventuellement graphitisée.

13. Procédé de fabrication du composite suivant l'une des revendications 10 à 12, caractérisé en ce qu'il consiste à tisser un tissu comportant une pluralité de fils de 20 chaîne et de trame orientés sensiblement perpendiculairement les uns aux autres, dans une configuration conforme à un support temporaire de forme allongée et irrégulière, et à enrouler de façon continue ce tissu périphériquement autour du support de façon à ce que le tissu recouvre sensiblement le support, les fils de trame s'étendant sensiblement sur la longueur du support et les fils de chaîne étant enroulés périphériquement autour du support.

14. Procédé suivant la revendication 13, caractérisé en ce qu'une pluralité de perforations sont effectuées à 30 travers le tissu enroulé, et en ce qu'il comprend l'insertion d'un élément de tige longitudinalement dans chaque perforation.

15. Procédé suivant la revendication 13 ou 14, caractérisé en ce qu'il comprend l'imprégnation du tissu avec 35 une matrice de résine, et de préférence la carbonisation

de cette matrice de résine, et de préférence la graphitisation de la matrice de carbone ainsi obtenue.

16. Procédé suivant la revendication 15, caractérisé en ce qu'il comprend l'enlèvement du support temporaire.

1/4

Fig. 1B.

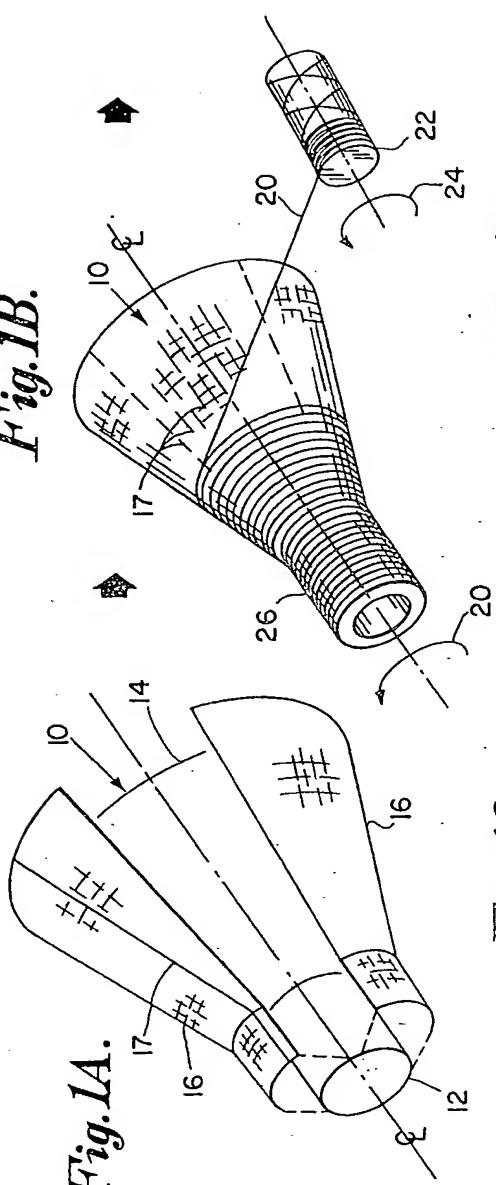


Fig. 1A.

Fig. 1D.

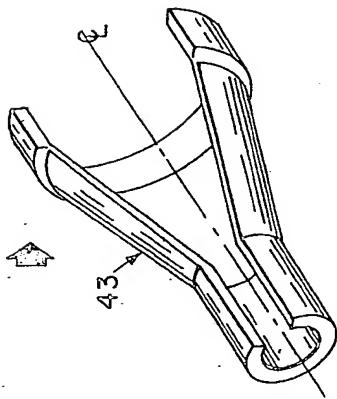
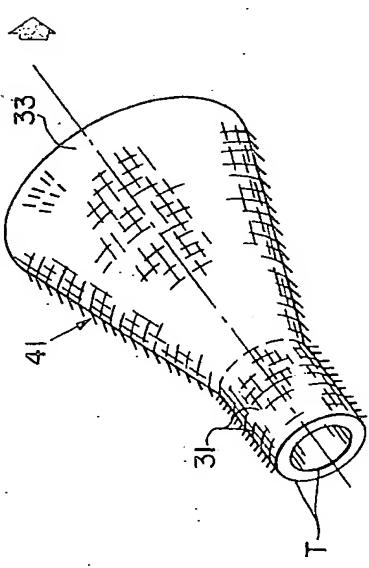


Fig. 1C.



2/4

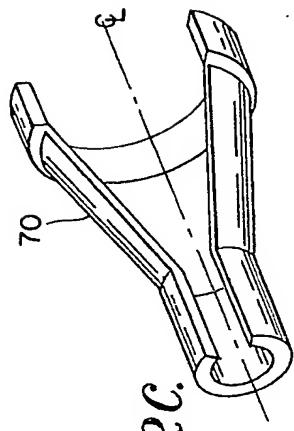
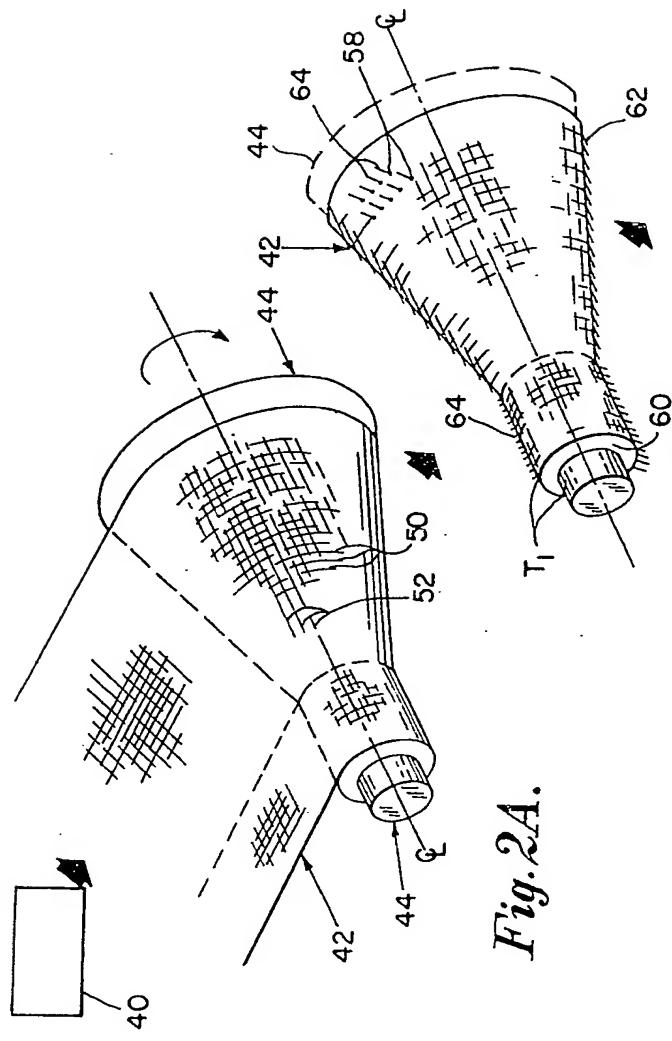
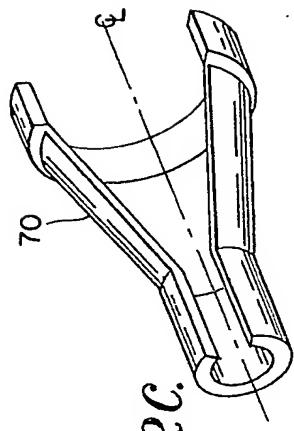
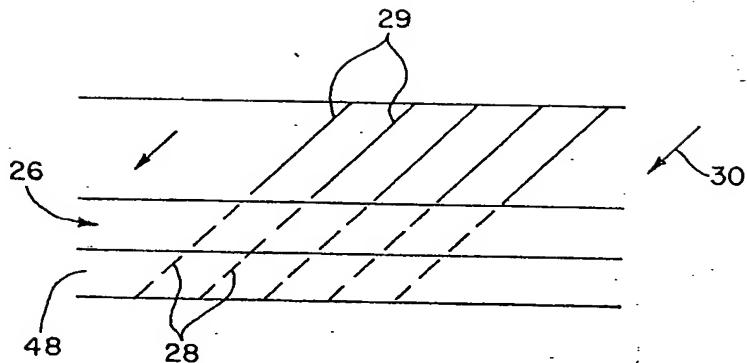
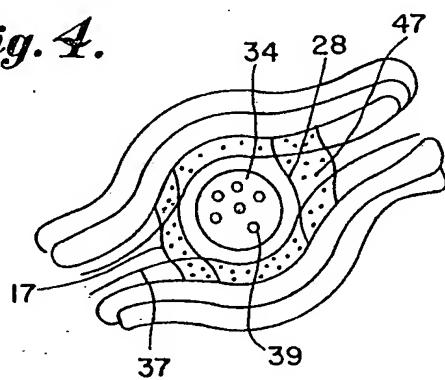
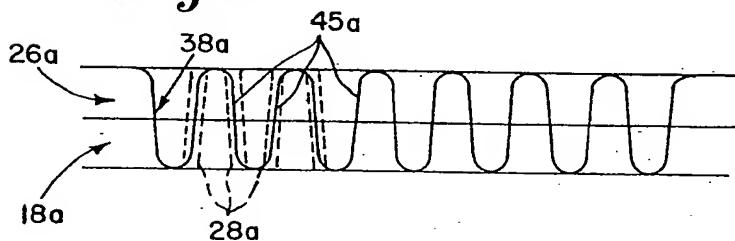


Fig. 2C.

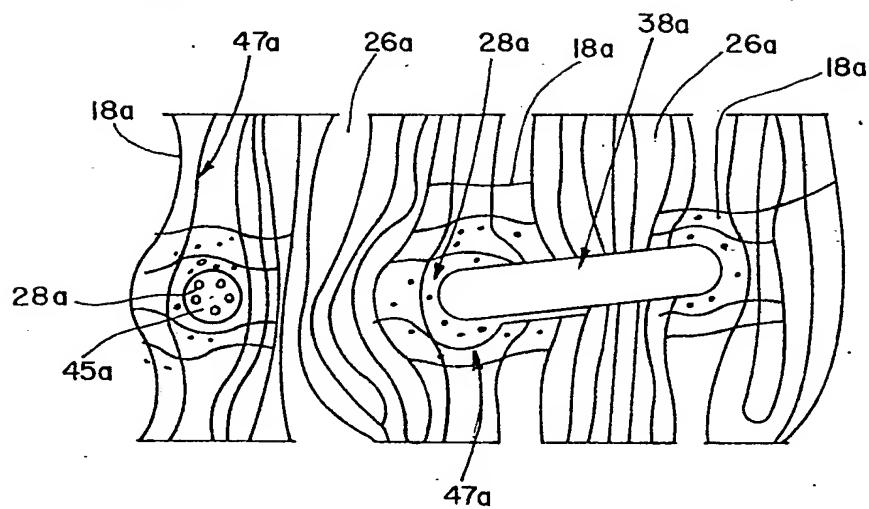


*Fig. 3.**Fig. 4.**Fig. 5.*

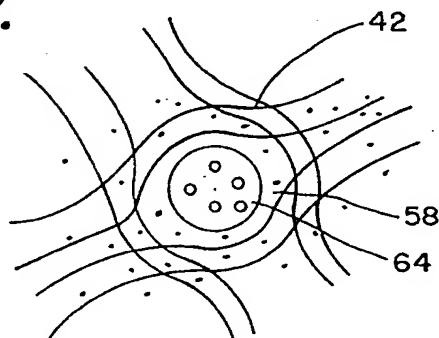
2533499

4/4

*Fig. 6.*



*Fig. 7.*



7